

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

# AA

(11)Publication number : 07-027947

(43)Date of publication of application : 31.01.1995

(51)Int.Cl.

G02B 6/32

H01S 3/18

(21)Application number : 05-174255

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 14.07.1993

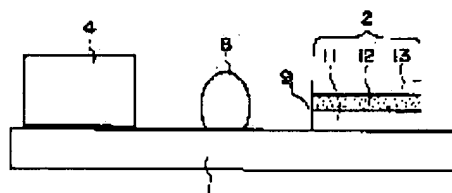
(72)Inventor : NISHIMOTO YUTAKA

## (54) OPTICAL CIRCUIT AND ITS PRODUCTION

### (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain such an optical circuit that realizes high efficiency of optical coupling between an optical waveguide and various optical parts, low cost of the optical circuit, and high reliability against temp. change and vibrational impact.

CONSTITUTION: This circuit consists of a Si substrate 1, optical waveguide 2 comprising quartz, semiconductor light source 4 optically coupled with the waveguide 2. In this circuit, a spherical lens 8 is formed on the Si substrate between the optical waveguide 2 and the semiconductor light source 4 by using the same material as the optical waveguide 2. The lens 8 is a solid-state component having a function to change the spot size.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-27947

(43) 公開日 平成7年(1995)1月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 6/32

9317-2K

H 0 1 S 3/18

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-174255

(22) 出願日 平成5年(1993)7月14日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 西本 裕

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

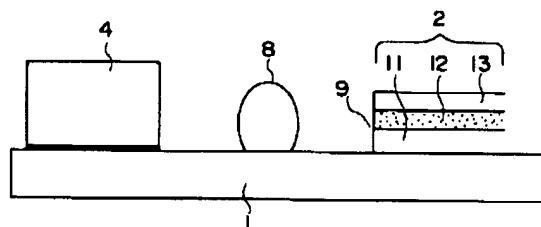
(74) 代理人 弁理士 本庄 伸介

(54) 【発明の名称】 光回路とその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 光導波路と各種光部品間の高効率光結合、光回路の低コスト化、並びに温度変動、振動衝撃などに対して信頼性が高い光回路を得ることを目的とする。

【構成】 S i 基板 1 に、石英系の材料からなる光導波路 2 と半導体光源 4 が光学的に結合している光回路において、光導波路 2 と半導体光源 4 の間の S i 基板 1 上に光導波路 2 と同一の材料を用い、S i 基板 1 上で固体素子化された、スポットサイズ変換機能を果たす球形のレンズ 8 が形成されている。



1 : 基板

2 : 光導波路

4 : 半導体光源

8 : レンズ

9 : 光導波路の入出射端面

11 : 下層クラッド

12 : コア

13 : 上層クラッド

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 石英系光導波路が基板上に形成され、前記石英系光導波路と光部品が光学結合している光回路において、基板上に前記石英系光導波路を形成する際に用いた石英系材料からなり、かつ凸形状または球形状に成型されたレンズが基板上に形成されていることを特徴とする光回路。

【請求項2】 石英系光導波路が基板上に形成され、前記石英系光導波路と光部品が光学結合している光回路の製造方法において、基板上に前記石英系光導波路を形成するの用に用いた石英系材料をレンズ母材として該基板上に推積し、前記レンズ母材を熱によりリフローして凸形状または球形状に成型することにより、凸又はの球レンズを該基板上に形成することを特徴とする光回路製造方法。

【請求項3】 前記レンズ母材の推積位置が、前記石英系光導波路の光入出射端面と前記光部品の光入出射端面とを結ぶ直線上にあることを特徴とする請求項2に記載の光回路製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光ネットワークシステムに使われ、基板と基板上に形成された石英系光導波路を用いた送信器や受信器などの各種光デバイスに関し、特に光導波路と半導体レーザなどのスポットサイズが異なるデバイス間の光学的接続の際に用いるレンズとその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光通信システムの大容量化が進むと同時に、多機能の高度なシステムが求められる一方で、光ファイバネットワークの低コスト化の要求が強い。その中で光送信器、光受信器等の光デバイスの小型化、高集積化、低コスト化は必須である。現在実用に供されている光送信器及び光受信器は半導体光源または半導体光検出器と光ファイバの間にレンズを設置し、空間的に光学接続をする構造が用いられている。このレンズで空間的に光学接続をする構造はマイクロオブティックスと呼ばれている。マイクロオブティックス構造ではレンズの形状、半導体光源又は半導体光検出器のパッケージの形状等に制限されて小型化することは困難である。また、空間を伝搬する光を効率よく光ファイバや光検出器に結合させるためには、精度の良い光軸調整が要求され、その作業に多大な工数が必要とされるためコストが下がらないのが現状である。同一機能または異種機能の高集積化には全く不適であるのは言うまでもない。

【0003】最近、双方向の通信システムの必要が高まり、また家庭にまでこのシステムを導入することが望まれている。このとき双方向通信を可能にする光デバイスとして光の送信器と受信器が必要となるが、これを個別に構成していたのでは光送受信装置が大型化し、シス

テム普及の妨げになる。従って、2つの機能を一体化した光デバイス（光送受信器）が望まれるがマイクロオブティックス構造では前述した理由から困難である。この様な背景から小型化、高集積化、低コスト化を目指す構造として光導波路を用いたものがヘンリーらの文献等によれば検討されている。図4にこの構造の光回路の平面図を示す。

【0004】図4の光回路では基板1上に合分岐機能を含む光導波路2が形成され、この光導波路2と光ファイバ3、半導体光源4及び信号検出用の半導体光検出器5aとがそれぞれ同一の基板1上で直接に光学結合されている。図4では半導体光源4の光出力モニター用の半導体光検出器5bも同一の基板1上に集積され、光導波路2と光学的に接続されているが、この半導体光源4の光出力モニター用の半導体光検出器5bは無くても、双方向光通信用送受信器の機能としては何等問題無い。また、半導体光検出器5a、5bの受信回路用電子デバイス6が同一の基板1上に集積されているが、この電子デバイスは同一の基板1上に有ってもなくても双方向光通信用送受信器の機能としては何等問題無い。図4に示した光導波路2を用いて光送受信器を構成すれば、小型化はもちろんのこと、光軸がリソグラフィプロセスで決められ一定である光導波路を伝搬する導波光との結合を行えば良いから光軸調整も簡易化されるとともに、光導波路2自体はリソグラフィプロセスを用いて一括に多量が生産されるために低コスト化が可能となる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】半導体光源、半導体検出器、光ファイバなどの光部品と光導波路を光学的に高効率に結合させるためには、光部品と光導波路の両者のスポットサイズを整合させたり、検出器面に集光させるなど光波の伝搬姿態の制御を行う必要がある。スポットサイズ整合には、光部品や光導波路が有する固有のスポットサイズそのものを光部品や光導波路の内部で変換する方法、並びに光部品と光導波路の間にレンズを挿入してスポットサイズ変換を行う方法などがある。また、検出器面に集光させるためには同様にレンズを挿入する方法などがある。スポットサイズそのものを光部品や光導波路の内部で変換する方法では光部品、並びに光導波路の構造、製作手順、材料などを変更する必要があり、光部品および光導波路の特性の劣化やコスト増などさまざまな弊害が誘発される。一方、レンズを用いる方法は、光部品および光導波路の特性の劣化をもたらさず、スポットサイズ変換、集光などを可能にするから、非常に有用である。

【0006】現在、レンズを実装する方法としては、図5(a)に側面図で示すように、光導波路2を形成する基板1上にバルク型のレンズ8を搭載していく方法や、図5(b)に側面図で示すように、光導波路2の形成された基板1の外にレンズ8を実装する構造などが検討さ

3

れている。しかし、実際にはレンズ8を高精度に設置、固定する必要があり、レンズ8の実装に多大な工数要する。また、温度変動や振動衝撃に対する光軸変換角度や位置ずれに関する信頼性の確保も困難である。図において、11は下層クラッド、12コア、13は上層クラッドである。

【0007】本発明の目的は、高い効率で光を結合でき、量産性も優れ、低コスト化が実現でき、また温度変動、振動衝撃などに対しても信頼性に優れた光回路とその製造方法を与えることにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による光回路は、石英系光導波路が基板上に形成され、前記石英系光導波路と光部品が光学結合している光回路において、基板上に前記石英系光導波路を形成する際に用いた石英系材料からなり、かつ凸形状または球形状に成型された凸または球レンズが基板上に形成されていることを特徴とする。また、本発明による光回路の製造方法は、前記凸または球レンズを光導波路材料である石英系材料を熱によるリフローすることで形成せしめることを特徴とする。

【0009】

【作用】本発明による光回路とその製造方法では、石英系光導波路と光部品の間に挿入するレンズとして石英系光導波路を形成する際に堆積した石英系材料を凸または球レンズとして用い、また熱による石英系材料のリフローを利用して凸または球にレンズを成型する。これにより、電子デバイスと同様なプロセス工法でS1基板上にレンズを形成できるため、光導波路とレンズの位置精度は極めて高く高効率な光の結合が実現できるとともに、量産性も優れ、またレンズに個別の部品あるいは材料を使用する必要がないため低コスト化が実現できる。また、基板上に固体素子としてレンズを形成しているために温度変動、振動衝撃などに対しても信頼性が極めて高い光回路が実現できる。

【0010】

【実施例】次に本発明について図面を参照して説明する。

【0011】図1は本発明の第1の実施例に係わる光回路の構造を示す側面図である。図1において、基板1にはS1を用い、光導波路2は石英系の材料からなり、下層クラッド11-コア12-クラッド13の層構造を有している。図1の構造は光導波路2と半導体光源4とを光学的に結合してなる光回路である。光導波路2と半導体光源4の間のS1基板1上にスポットサイズ変換機能を果たす球形のレンズ8が形成されている。球形のレンズ8は、光導波路2と同一の材料である石英系材料及び層構造からなっている。球形のレンズ8には光導波路2を形成するためにS1基板1にCVD法、スパッタ法、火焰堆積法などで堆積された石英材料がそのまま用いられている。このように、レンズ8はS1基板1上に堆積

4

された材料をそのまま使用しているためS1基板1上で固体素子化されており、かつ形成位置もフォトリソグラフィ法で設定されるから、光導波路2とレンズ8の位置精度は極めて高く、ひいては半導体光源4と光導波路2の間の光軸は一致しており、両者の光学結合は高い効率で実現できるとともに、量産性も優れ、またレンズに個別の部品あるいは材料を使用する必要がないから低コスト化が実現できる。また、図1の実施例では基板1上に固体素子としてレンズ8を形成しているから、温度変動、振動衝撃などに対しても実施例の信頼性は極めて高い。また、任意の位置にレンズ8を構成できるため、図1の光回路では、設計に対する汎用性、および許容性が高い。

【0012】図2は本発明の第2の実施例に係わる光回路の構造を示す側面図である。図2の構造は光導波路2と、S1基板1に形成したV溝14に挿入された光ファイバ3とを光学的に結合している光回路であり、レンズ8には凸形状のものが用いられている。利点は図1で述べたものと全く同一である。

【0013】なお、レンズ8を介して光導波路2と光学結合する光部品は半導体光源、半導体検出器、光ファイバなどだけに限られず、本発明では光導波路2に光学結合される光部品に制限がないのは明らかである。

【0014】図3は本発明の一実施例に係わる光回路の製造方法を示す工程図である。工程Aは光導波路2の入出射端面9を形成する工程である。S1基板1上にはCVD法、スパッタリング法、火焰堆積法などで光導波路用石英系材料が堆積されているが、端面形成時にレンズの母材10となる石英系材料も同時に残す。次に、レンズの母材10のみか、基板1全体に熱を加える。この加熱により石英系材料はリフローし、表面張力に従って凸化していく。この凸化により本発明によるレンズ8が形成される(工程B)。レンズ8の形状は主にレンズの母材10の底面の形状、並びに加熱温度により制御される。底面が正方形の場合には球形状に近く、長方形の場合にはバルク部品で用いられている通常の凸レンズ形状に近づく。また、加熱温度が石英形状のリフロー温度より高くなればなるほど球形状に近づく。従って、底面形状、加熱温度等を選択すれば所望のレンズ形状を得ることができる。

【0015】石英系材料のリフロー温度は、ポロン(B)とリン(P)をドープした石英材料では約850℃であり、ゲルマニウム(Ge)とPをドープしたものでは800℃前後であるなど、石英系材料に関してのリフロー温度は良く知られている。従って、光導波路2に用いた石英系光導波路2の材料組成に対応して加熱温度を選択すれば、レンズ8が容易に得られる。加熱箇所はレンズの母材10が含まれていればどこでも良い。加熱により光導波路2の外部への露出面がリフローされる。露出面は上層クラッド13と端面9であるが、上層クラ

5

ッド13表面はリフローされても光導波路2の特性への影響は少ない。一方、端面9はリフローにより、垂直性が損なわれる場合があるため、レンズの母材10だけの局所的な加熱が望ましい。レンズの母材10を含む局所的領域の加熱には、CO<sub>2</sub>レーザやArレーザなどによるレーザ光の照射や、通常のヒータによる輻射熱を用いて行う。以上に説明してきたように、本発明の方法によれば、レンズ8の材料にはS1基板1上に堆積された材料をそのまま使用しているから、レンズ8はS1基板1上で固体素子化されている。また、レンズの母材10はフォトリソグラフィ法で設定される位置に形成され、レンズ8はレンズの母材10の位置に形成されるため、光導波路2とレンズ8の位置精度は極めて高く、従って半導体光源4と光導波路2の間の光学結合は高効率で実現でき、量産性に優れ、またレンズに個別の部品あるいは材料を使用する必要がないため低コスト化が実現できる。また、基板1上に固体素子としてレンズ8を形成しているから、温度変動、振動衝撃などに対しても信頼性が極めて高い光回路が実現できる。

【0016】

【発明の効果】本発明による光回路とその製造方法を用いれば、電子デバイスと同様なプロセス工法でS1基板上にレンズを形成できるため、光導波路とレンズの位置精度は極めて高く高効率な光の結合が実現できるとともに、量産性に優れ、またレンズに個別の部品または材料を使用する必要がないから、低コスト化が実現できる。また、基板上に固体素子としてレンズを形成しているから、温度変動、振動衝撃などに対しても信頼性が極めて高い光回路が実現できる。また、任意の位置にレンズを

6

構成できるので、光回路設計に対する汎用性および許容性が高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光回路の第1の実施例の構造を示す側面図である。

【図2】本発明による光回路の第2の実施例の構造を示す側面図である。

【図3】本発明による光回路製造方法の一実施例を示す工程図である。

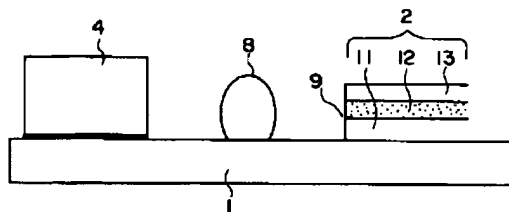
10 【図4】光導波路が形成された基板に半導体光源、半導体検出器、光ファイバなどの光部品が実装された光回路の構造を示す平面図である。

【図5】従来の光回路の構造を示す側面図である。

【符号の説明】

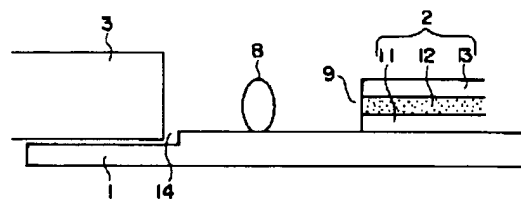
- 1 基板
- 2 光導波路
- 3 光ファイバ
- 4 半導体光源
- 5, 5a, 5b 半導体検出器
- 20 6 電子デバイス
- 7 光パワー分岐または光波長分波機能光回路
- 8 レンズ
- 9 光導波路の入出射端面
- 10 レンズの母材
- 11 下層クラッド
- 12 コア
- 13 上層クラッド
- 14 V溝

【図1】



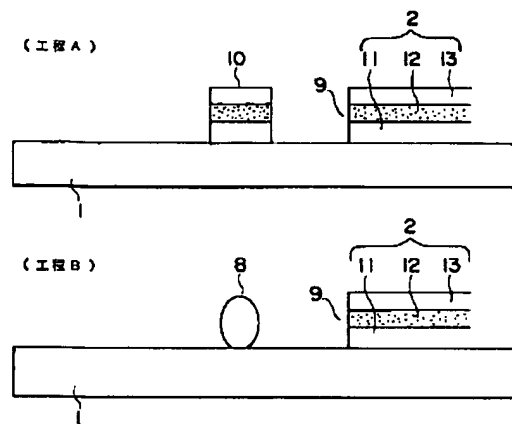
- 1 : 基板
- 2 : 光導波路
- 4 : 半導体光源
- 8 : レンズ
- 9 : 光導波路の入出射端面
- 11 : 下層クラッド
- 12 : コア
- 13 : 上層クラッド

【図2】



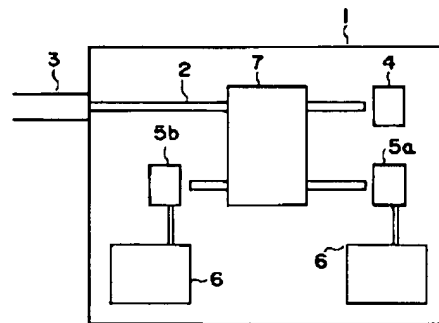
- 1 : 基板
- 2 : 光導波路
- 3 : 光ファイバ
- 8 : レンズ
- 9 : 光導波路の入出射端面
- 11 : 下層クラッド
- 12 : コア
- 13 : 上層クラッド

【図3】



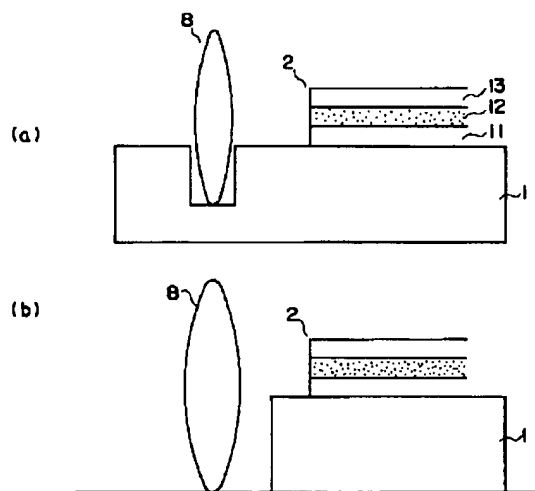
- 1: 基板  
2: 光導波路  
8: レンズ  
9: 光導波路の入出射端面  
10: レンズの母材  
11: 下層クラッド  
12: コア  
13: 上層クラッド

【図4】



- 1: 基板  
2: 光導波路  
3: 光ファイバ  
4: 半導体光源  
5a, 5b: 半導体光検出器  
6: 受信回路用電子デバイス  
7: 光パワー分岐または光波長分岐機能光回路

【図5】



- 1: 基板  
2: 光導波路  
8: レンズ  
11: 下層クラッド  
12: コア  
13: 上層クラッド